

# Ministero delle Attività Produttive

## Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

### Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

#### Ufficio G2

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: Invenzione Industriale

N. TO2002 A 000566



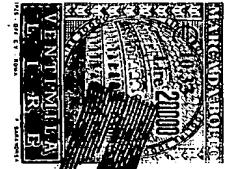
Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accusato processo verbale di deposito.

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

28 LUG. 2003

per IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*  
Dr.ssa Paola Giuliano



**AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO**

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

**A. RICHIEDENTE (I)**

1) Denominazione STMICROELECTRONICS S.R.L.

Residenza AGRATE BRIANZA (MI)

codice 009519014968

2) Denominazione \_\_\_\_\_

Residenza \_\_\_\_\_

codice \_\_\_\_\_

**B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.**

cognome e nome CERBARO Elena e altri

cod. fiscale \_\_\_\_\_

denominazione studio di appartenenza ISTUDIO TORTA S.r.l.

via Viotti

n. 0009

città TORINO

cap 10121 (prov) T.O

**C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario**

via \_\_\_\_\_

n. \_\_\_\_\_

città \_\_\_\_\_

cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

**D. TITOLO**

classe proposta (sez/cl/sci) \_\_\_\_\_

gruppo/sottogruppo \_\_\_\_\_

**REGOLATORE DI TENSIONE AD ALTA VELOCITA' DI RISPOSTA**

**ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:** SI  NO

SE ISTANZA: DATA 10/10/02

N° PROTOCOLLO 10000566

**E. INVENTORI DESIGNATI** cognome nome \_\_\_\_\_

cognome nome \_\_\_\_\_

1) DEL GATTO Nicola

3) POIDOMANI Carla

2) DIMA Vincenzo

4) CHIAVETTA Carmelo

**F. PRIORITÀ**

nazione o organizzazione \_\_\_\_\_

tipo di priorità \_\_\_\_\_

numero di domanda \_\_\_\_\_

data di deposito \_\_\_\_\_

allegato S/R

1)   

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2)   

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione**

**H. ANNOTAZIONI SPECIALI**

Per la migliore comprensione dell'invenzione è stato necessario depositare disegni con diciture come convenuto dalla Convenzione Europea sulle formalità alle quali l'Italia ha aderito.

**DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**

N. es.

- |                   |             |                    |  |
|-------------------|-------------|--------------------|--|
| Doc. 1) <u>2</u>  | <u>PROV</u> | n. pag. <u>28</u>  | riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) .... |
| Doc. 2) <u>2</u>  | <u>PROV</u> | n. tav. <u>0.3</u> | disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....                             |
| Doc. 3) <u>1</u>  | <u>RIS</u>  |                    | lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....                               |
| Doc. 4) <u>1</u>  | <u>RIS</u>  |                    | designazione inventore .....   |
| Doc. 5) <u>  </u> | <u>RIS</u>  |                    | documenti di priorità con traduzione in italiano .....   |
| Doc. 6) <u>  </u> | <u>RIS</u>  |                    | autorizzazione o atto di cessione .....  |
| Doc. 7) <u>  </u> |             |                    | nominativo completo del richiedente .....  |

8) attestati di versamento, totale Euro Duecentonovantuno/80

obbligatorio

COMPILATO IL 28/06/2002 FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

*Elena Cesar*  
CERBARO Elena

CONTINUA SINO NO

DEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDA COPIA AUTENTICA SINO S/I

CAMERA DI COMMERCIO IND. ART. AGR. DI

TORINO

VERBALE DI DEPOSITO NUMERO DI DOMANDA

2002 A 000566

Reg. A

codice 01

L'anno duemiladue

, il giorno ventotto

, del mese di

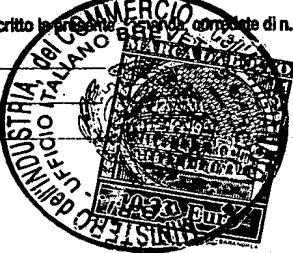
Giugno

Il (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto le patenti di brevetto complete di n. 0.0 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopriportato.

**I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE**

IL DEPOSITANTE

STUDIO TORTA s.r.l.



**Daniela BESSOLE**

CATEGORIA B

L'UFFICIALE ROGANTE

*Daniela Bessole*

**RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE**

NUMERO DOMANDA **10 2002 A 000566**

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO **[2,8], [0,6], [20,0,2]**

DATA DI RILASIO **[L,L,L,L,L,L]**

**A. RICHIENDENTE (I)**

Denominazione **STMICROELECTRONICS S.R.L.**

Residenza **AGRATE BRIANZA (MI)**

**D. TITOLO**

**REGOLATORE DI TENSIONE AD ALTA VELOCITA' DI RISPOSTA**

Classe proposta (sez./cl./scl.) **[L,L,L]**

(gruppo/sottogruppo) **[L,L,L,L,L]**

**L. RIASSUNTO**

Un regolatore di tensione ad alta velocità di risposta, include un terminale di uscita (25a), su cui è presente una tensione regolata ( $V_R$ ), e almeno un primo circuito di boost (33), controllabile per alternativamente accumulare una prima carica ( $Q_B$ ) in una prima condizione operativa e fornire la prima carica ( $Q_B$ ) al terminale di uscita (25a) in una seconda condizione operativa. Inoltre, il primo circuito di boost (33) è provvisto di uno stadio di compensazione (36), fornente al terminale di uscita (25a) una seconda carica ( $Q_C$ ) sostanzialmente uguale alla prima carica ( $Q_B$ ), quando il primo circuito di boost (33) è nella prima condizione operativa.

Figura 3

**M. DISEGNO**

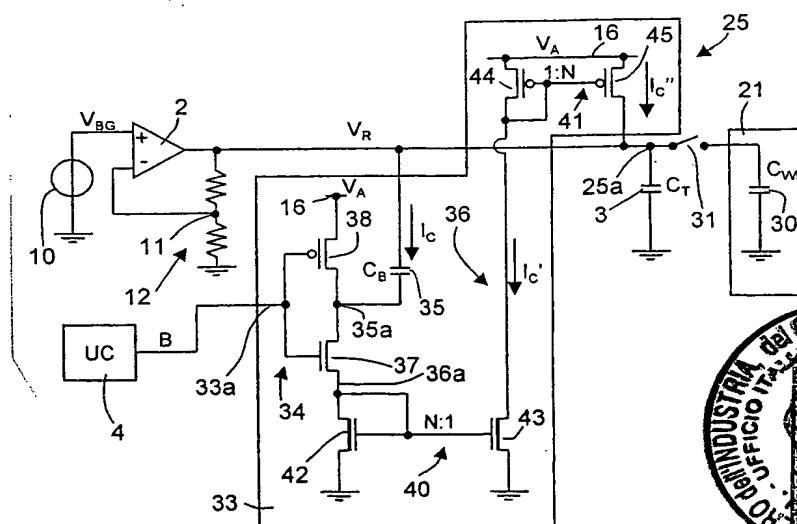


Fig.3

D E S C R I Z I O N E

del brevetto per invenzione industriale

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana,

con sede a 20041 AGRATE BRIANZA (MILANO) - VIA C. OLIVETTI, 2

Inventori: DEL GATTO Nicola, DIMA Vincenzo, POIDOMANI  
Carla, CHIAVETTA Carmelo

**10 2002 A 000566**

\*\*\* \*\*\* \*\*\*

La presente invenzione si riferisce a un regolatore di tensione ad alta velocità di risposta.

Come è noto, la velocità di risposta di un regolatore di tensione dipende da vari fattori, tra cui le dimensioni delle capacità connesse al nodo da regolare e la massima corrente che il regolatore stesso è in grado di erogare. Chiaramente, la stabilità della tensione presente sul nodo da regolare è influenzata dalla velocità di risposta del regolatore. In seguito a un disturbo, infatti, la carica accumulata sulle capacità connesse al nodo da regolare viene modificata e la tensione torna al valore nominale solo quando il regolatore ha ripristinato tale carica. In pratica, la tensione sul nodo da regolare non è mai rigorosamente costante, ma presenta delle oscillazioni attorno al valore nominale ("ripple"); il regolatore deve ridurre l'ampiezza di tali oscillazioni e attenuarle il più rapidamente

CERRATO Elvira  
iscrizione Albo nr 426/BM

CERRARO Elena  
fascicolo Albo nr 426/BM/

possibile.

Alcuni circuiti regolati, poi, hanno un comportamento di tipo impulsivo, che è critico per il regolatore. In particolare, quando alcune delle capacità di carico sono selettivamente collegabili al regolatore mediante interruttori, la chiusura di tali interruttori provoca l'assorbimento improvviso di correnti molto elevate, appunto in modo impulsivo. Questa situazione si verifica, ad esempio, nel caso dei regolatori di tensione per la lettura/scrittura di matrici di memoria, specialmente di tipo non volatile. È infatti noto che una matrice di memoria comprende una pluralità di celle organizzate su righe e colonne; celle appartenenti a una stessa riga hanno terminali di porta collegati a una stessa linea di parola, mentre celle appartenenti a un stessa colonna hanno terminali di pozzo collegati a una stessa linea di bit. A ciascuna linea di parola e di bit sono quindi associate capacità elevate. In particolare, quando una cella viene selezionata per la lettura/scrittura, la linea di parola corrispondente viene collegata a un regolatore di tensione attraverso uno o più interruttori e la capacità associata assorbe una corrente di tipo impulsivo.

Normalmente, per ridurre le oscillazioni della tensione regolata viene utilizzato un condensatore tam-

**CERARO Elena**  
Iscrizione Albo nr 426/BM/

pone collegato direttamente all'uscita del regolatore, a monte degli interruttori. Il condensatore tampone può essere un componente indipendente inserito all'uscita del regolatore o, in alternativa, una parte del carico capacitivo stabilmente connessa all'uscita del regolatore. Alla chiusura degli interruttori, la carica presente sul condensatore tampone viene condivisa con le capacità di carico e quindi la variazione della tensione regolata dipende dal rapporto fra la capacità del condensatore tampone e la capacità totale collegata in parallelo all'uscita del regolatore, ossia la somma della capacità del condensatore tampone stesso e la capacità del condensatore di carico: in particolare, maggiore è la capacità del condensatore tampone, minori sono le oscillazioni della tensione regolata. D'altra parte, il tempo impiegato dal regolatore per ripristinare la carica sul condensatore tampone aumenta al crescere della sua capacità. In pratica, quindi, l'esigenza di ridurre le oscillazioni contrasta con il requisito di velocità di risposta e non è possibile raggiungere compromessi ottimali.

Per risolvere questo inconveniente, è stato proposto di utilizzare regolatori di tensione dotati di uno stadio di "boost". Per maggior chiarezza, si faccia riferimento alla figura 1, in cui è illustrato un regola-

tore di tensione 1, comprendente un amplificatore differenziale 2, un'unità di controllo 4 e un circuito di boost 5. In figura 1 è inoltre mostrato circuito di carico 6 avente una capacità tampone  $C_T$ , qui rappresentata mediante un condensatore tampone 3 staticamente collegato a un terminale di uscita 1a del regolatore 1, e una capacità commutata  $C_L$ , qui illustrata schematicamente mediante un condensatore di carico 7 selettivamente collegabile al terminale di uscita 1a attraverso un interruttore 8. In pratica, il circuito di carico 6 presenta una componente capacitiva fissa e una componente capacitiva variabile, ossia la capacità tampone  $C_T$  e, rispettivamente, la capacità commutata  $C_L$ : la componente fissa è costantemente collegata al terminale di uscita 1a del regolatore 1, mentre la componente variabile viene inserita in parallelo alla componente fissa solo in seguito alla chiusura dell'interruttore 8.

L'amplificatore differenziale 2 ha un ingresso invertente collegato a un generatore di tensione di riferimento 10, fornente una tensione di band-gap  $V_{BG}$  costante, un ingresso invertente collegato a un nodo intermedio 11 di un partitore resistivo 12 e un'uscita collegata al terminale di uscita 1a e fornente una tensione regolata  $V_R$ ; inoltre, il partitore resistivo 12 è collegato fra il terminale di uscita 1a e massa, in pa-

CERRARO Elmo  
Iscrizione Albo nr 426/B/01



ralelo al condensatore tampone 3.

Il circuito di boost 5 comprende uno stadio di pilotaggio 14 e un condensatore di boost 15, avente una capacità di boost  $C_B$ . Lo stadio di pilotaggio 14, qui un invertitore CMOS comprendente un transistore NMOS 17 e un transistore PMOS 18, ha un ingresso 14a, ricevente un segnale di boost B di tipo logico generato dall'unità di controllo 4 e un'uscita collegata a un primo terminale 15a del condensatore di boost 15; inoltre lo stadio di pilotaggio 14 è dotato di un primo terminale di alimentazione, collegato a una linea survoltata 16, fornente una tensione survoltata  $V_A$  maggiore della tensione regolata  $V_R$ , e di un secondo terminale di alimentazione collegato a massa. In particolare, i transistori NMOS 17 e PMOS 18 hanno terminali di porta collegati all'ingresso 14a e terminali di pozzo collegati all'uscita e, quindi, al primo terminale 15a del condensatore di boost 15. Un secondo terminale del condensatore di boost 15 è collegato al terminale di uscita 1a del regolatore 1.

Il segnale di boost B è sincronizzato con l'interruttore 8. In particolare, quando l'interruttore 8 è aperto, il segnale di boost B è alto; di conseguenza, il transistore PMOS 18 è interdetto e il transistore NMOS 17 conduce e collega a massa il primo terminale

CERRA RO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM

15a del condensatore di boost 15, che accumula una carica di boost  $Q_B$ . Quando, invece, l'interruttore 8 è chiuso, il segnale di boost B è basso; in questo caso, il transistore NMOS 17 è interdetto, mentre il transistore PMOS 18 collega il primo terminale 15a del condensatore di boost 15 alla linea survoltata 16. La carica di boost  $Q_B$  precedentemente accumulata sul condensatore di boost 15 viene quindi iniettata nel terminale di uscita 1a e assorbita dal circuito di carico 6. È possibile dimensionare il condensatore di boost 15 e il valore della tensione survoltata  $V_A$  in modo che la carica di boost  $Q_B$  iniettata nel terminale di uscita 1a ( $Q_B = C_B V_A$ ) sia sostanzialmente uguale alla carica assorbita dal circuito di carico 6; in questo modo, le oscillazioni della tensione regolata  $V_R$  vengono considerevolmente ridotte.

I regolatori noti presentano comunque alcune limitazioni. Infatti, dopo che il condensatore di boost 15 si è scaricato, deve nuovamente assorbire la carica di boost  $Q_B$ , quando il suo primo terminale 15a viene connesso a massa. Si verifica perciò una condizione del tutto analoga all'assorbimento improvviso di corrente da parte del circuito di carico 6 e quindi la tensione regolata  $V_R$  è soggetta a oscillazioni. Per evitare tali oscillazioni, la commutazione del circuito di pilotag-

gio 14 che porta il primo terminale 15a del condensatore di boost 15 dalla tensione survoltata  $V_A$  a massa viene di solito effettuata con gradualità. È chiaro che, in questo modo, la transizione è anche più lenta; di conseguenza, il regolatore 1 non è adatto a essere impiegato ad alta frequenza, come invece richiesto sempre più spesso in numerose applicazioni.

Scopo della presente invenzione è realizzare un regolatore di tensione, che sia privo degli inconvenienti descritti.

Secondo la presente invenzione viene realizzato un regolatore di tensione ad alta velocità di risposta, come definito nella rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne vengono ora descritte alcune forme di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 illustra uno schema circuitale semplificato di un regolatore di tensione di tipo noto;
- la figura 2 illustra uno schema a blocchi di un dispositivo di memoria incorporante un regolatore realizzato secondo la presente invenzione;
- la figura 3 mostra uno schema circuitale semplificato di un regolatore di tensione realizzato secondo una prima forma di attuazione dell'invenzione;

- la figura 4 è uno schema circuitale semplificato di un regolatore di tensione in una seconda forma di attuazione della presente invenzione; e

- le figure 5a-5e sono grafici relativi ad andamenti temporali di grandezze presenti nel regolatore di tensione di figura 4.

L'invenzione verrà di seguito illustrata con riferimento al campo delle memorie non volatili; ciò non si deve però considerare limitativo, in quanto il regolatore di tensione secondo l'invenzione può essere vantaggiosamente sfruttato per applicazioni di vario tipo, in particolare quando occorre fornire una tensione regolata a un circuito di carico che sostanzialmente assorbe impulsi di corrente.

In figura 2 è mostrato un dispositivo di memoria 20 comprendente una matrice di memoria 21, qui di tipo non volatile, un decodificatore di riga 22, un decodificatore di colonna 23 e un regolatore di tensione 25. La matrice di memoria 21 è formata da una pluralità di celle 26 organizzate su righe e colonne. In particolare, celle 26 appartenenti a una stessa riga hanno terminali di porta collegati a una stessa linea di parola 27, mentre celle appartenenti a un stessa colonna hanno terminali di pozzo collegati a una stessa linea di bit 28; inoltre, a ciascuna linea di parola 27 è associata

CERBARO Emanuele  
Iscrizione Albo nr 426/BM



una capacità di parola  $C_{WL}$ , qui schematicamente rappresentata mediante un condensatore di parola 30.

Il decodificatore di riga 22 seleziona una delle linee di parola 27 e la collega a un terminale di uscita 25a del regolatore di tensione 25.

In figura 3, in cui parti uguali a quelle già mostrate in figura 1 sono dotate degli stessi numeri di riferimento, la linea di parola 27 selezionata e il decodificatore di riga 22 sono schematizzati mediante uno dei condensatori di parola 30 e, rispettivamente, mediante un interruttore 31 selettivamente collegante il condensatore di parola 30 al regolatore di tensione 25. In figura è inoltre illustrato il condensatore tampone 3, che rappresenta una porzione del carico della matrice di memoria 21 e/o del decodificatore di riga 22 staticamente collegato al terminale di uscita 25a del regolatore 25.

Il regolatore 25 comprende l'amplificatore differenziale 2, il generatore di tensione di riferimento 10, il partitore resistivo 12 e l'unità di controllo 4, ed è inoltre provvisto di un circuito di boost 33. Più in dettaglio, il circuito di boost 33 comprende uno stadio di pilotaggio 34, un condensatore di boost 35, avente capacità di boost  $C_B$ , e uno stadio di compensazione 36.

Lo stadio di pilotaggio 34 ha un ingresso formante un terminale di controllo 33a del circuito di boost 33 e ricevente il segnale di boost B; e un'uscita collegata a un primo terminale 35a del condensatore di boost 35, che presenta un secondo terminale connesso al terminale di uscita 25a del regolatore di tensione 25. Inoltre un primo e un secondo terminale di alimentazione dello stadio di pilotaggio 34 sono collegati alla linea survoltata 16 e, rispettivamente, a un ingresso 36a dello stadio di compensazione 36. Più in dettaglio, lo stadio di pilotaggio 34 comprende un primo transistore di pilotaggio 37, di tipo NMOS, e un secondo transistore di pilotaggio 38, di tipo PMOS. I transistors di pilotaggio 37, 38 hanno rispettivi terminali di porta collegati al terminale di controllo 33a e terminali di pozzo collegati al primo terminale del condensatore di boost 35; inoltre, i terminali sorgente del primo e del secondo transistore di pilotaggio 37, 38 formano il secondo e, rispettivamente, il primo terminale di alimentazione dello stadio di pilotaggio 34.

Lo stadio di compensazione 36, avente un'uscita collegata al terminale di uscita 25a del regolatore di tensione 25, comprende un sensore di corrente 40 e un generatore di corrente 41, comandato dal sensore di corrente 40; in particolare, il sensore di corrente 40

CERBARO Elena  
Iscrizione Albo nr 426/BM

e il generatore di corrente 41 sono formati da un primo e da un secondo circuito a specchio di corrente collegati fra loro in cascata e aventi preferibilmente rapporto di specchio reciproco l'uno rispetto all'altro. Più in dettaglio, il sensore di corrente 40 è un circuito a specchio di corrente con rapporto di specchio N:1, dove N è un intero, e comprende un primo e un secondo transistore di specchio 42, 43, preferibilmente di tipo NMOS naturale. Il primo e il secondo transistore di specchio 42, 43 hanno rispettivi terminali di porta in comune e terminali di sorgente collegati a massa; inoltre, i terminali di porta e di pozzo del primo transistore di specchio 42 sono direttamente connessi fra loro e formano l'ingresso 36a del circuito di compensazione 36. Il generatore di corrente 41 è un circuito a specchio di corrente avente rapporto di specchio 1:N e comprende un terzo e un quarto transistore di specchio 44, 45, di tipo PMOS, aventi rispettivi terminali di porta in comune e terminali di sorgente collegati alla linea survoltata 16. I terminali di porta e di pozzo del terzo transistore di specchio 44 sono collegati direttamente fra loro; inoltre, il terminale di pozzo del terzo transistore di specchio 44 è collegato al terminale di pozzo del secondo terminale di specchio 43, mentre il terminale di pozzo del quarto

transistore di specchio 45 definisce l'uscita dello stadio di compensazione 36 ed è collegato al terminale di uscita 25a del regolatore di tensione 25.

Il funzionamento del regolatore di tensione 25 è il seguente.

L'unità di controllo 4 sincronizza il segnale di boost B con l'interruttore 31 e comanda i transistori di pilotaggio 37, 38 in controfase. In particolare, quando l'interruttore 31 è aperto, il segnale di boost B è alto: in questo caso, il primo transistore di pilotaggio 37 conduce, mentre il secondo transistore di pilotaggio 38 è interdetto. Di conseguenza, il primo terminale 35a del condensatore di boost 35 è collegato a massa e accumula una carica di boost  $Q_B$  (la tensione di soglia dei transistori di specchio 42, 43, di tipo NMOS naturale, è trascurabile). Quando invece l'interruttore 31 viene chiuso, in modo da collegare il condensatore di parola 30 al regolatore di tensione 25, il segnale di boost B è basso e il primo transistore di pilotaggio 37 è interdetto, mentre il secondo transistore di pilotaggio 38 conduce. Il primo terminale 35 del condensatore di boost 35 viene così portato alla tensione survoltata  $V_A$  e la carica di boost  $Q_B$  precedentemente accumulata viene iniettata nel terminale di uscita 25a del regolatore di tensione 25, per compensare

CERBARO Elvira  
licenziazione Albo n° 426/BM/



l'assorbimento di corrente da parte del condensatore di parola 30. In queste condizioni, il condensatore di boost 35 è scarico e perciò, quando il segnale di boost B commuta nuovamente al valore alto, richiama una corrente di ricarica  $I_c$  dal terminale di uscita 25a del régolatore 25. La corrente di ricarica  $I_c$  fluisce attraverso il primo transistore di pilotaggio 37, che conduce, e attraverso il primo transistore di specchio 42 e viene quindi rilevata dal sensore di corrente 40. Dato che il sensore di corrente 40 è un circuito a specchio di corrente con rapporto di specchio N:1, il secondo transistore di specchio 43 conduce una corrente specchiata  $I_c'$  uguale a  $I_c/N$ . La stessa corrente specchiata  $I_c'$  fluisce inoltre attraverso il terzo transistore di specchio 44 e viene utilizzata per controllare il generatore di corrente 41. Poiché infatti anche il generatore di corrente 41 è un circuito a specchio di corrente, avente rapporto di specchio 1:N, il quarto transistore di specchio 45 conduce e fornisce al terminale di uscita 25a una corrente di compensazione  $I_c''$ , che, ad ogni istante, è sostanzialmente N volte maggiore della corrente specchiata  $I_c'$  e, di conseguenza, è uguale alla corrente di ricarica  $I_c$ ; in altre parole, si ha:

$$I_c'' = N \cdot I_c' = N \cdot (1/N) \cdot I_c = I_c.$$

CERBARO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM

In questo modo, la corrente di ricarica  $I_c$  e la corrente di compensazione  $I_c''$  sono fra loro uguali, mentre la corrente specchiata  $I_c'$  è molto minore.

In pratica, durante la fase di carica, il sensore di corrente 40 viene collegato in serie al condensatore di boost 35 e rileva la corrente di ricarica  $I_c$  che il condensatore di boost 35 stesso assorbe dal terminale di uscita 25a del regolatore di tensione 25 per ripristinare la carica di boost  $Q_B$ . Il generatore di corrente 41 viene controllato mediante il sensore di corrente 40, in modo da iniettare nel terminale di uscita 25a la corrente di compensazione  $I_c''$  uguale alla corrente di ricarica  $I_c$  o, in altre parole, una carica di compensazione  $Q_c$  uguale alla carica di boost  $Q_B$  da ripristinare. Per generare la corrente di compensazione  $I_c''$ , infatti, la corrente di ricarica  $I_c$  viene specchiata due volte, prima dal sensore di corrente 40 e poi dal generatore di corrente 41, che hanno rapporti di specchio reciproci l'uno rispetto all'altro. Di conseguenza, la corrente necessaria per ripristinare la carica di boost  $Q_B$  sul condensatore di boost 35 viene sostanzialmente fornita dal generatore di corrente 41.

In questo modo vengono vantaggiosamente eliminate le oscillazioni della tensione regolata  $V_R$  dovute alla ricarica del condensatore di boost 35. Infatti, per ri-

CERBARO Elena  
Iscrizione Albo nr 426/BM

pristinare la carica di boost  $Q_B$  non occorre prelevare la carica accumulata sul condensatore tampone 3 e quindi la tensione regolata  $V_R$  rimane stabile. Inoltre, dato che il circuito di boost 33 può fornire correnti di compensazione  $I_c''$  anche molto elevate, la carica di boost  $Q_B$  può essere ripristinata rapidamente; di conseguenza, il regolatore di tensione secondo l'invenzione è adatto a essere impiegato per applicazioni di alta frequenza. Un ulteriore vantaggio è dato dal fatto che i circuiti a specchio di corrente formanti il sensore di corrente 40 e il generatore di corrente 41 hanno rapporto di specchio reciproco l'uno rispetto all'altro. In questo modo, infatti, la corrente specchiata  $I_c'$  è molto minore della corrente di ricarica  $I_c$  e della corrente di compensazione  $I_c''$  e quindi la potenza dissipata è trascurabile.

Secondo una diversa forma di realizzazione dell'invenzione, illustrata in figura 4, un regolatore di tensione 50 avente un terminale di uscita 50a comprende l'amplificatore differenziale 2, il generatore di tensione di riferimento 10, il partitore resistivo 12 e l'unità di controllo 4 ed è inoltre provvisto di un primo e di un secondo circuito di boost 51, 52 e di un circuito di temporizzazione 53. Entrambi i circuiti di boost 51, 52 hanno la stessa struttura del circuito

di boost 33 illustrato in figura 3. In particolare, i circuiti di boost 51, 52 comprendono ciascuno un rispettivo stadio di pilotaggio 34, un rispettivo condensatore di boost 35 e un rispettivo stadio di compensazione 36, a sua volta comprendente un sensore di corrente 40 e un generatore di corrente 41 comandato dal sensore di corrente 40. Come già descritto in precedenza, il sensore di corrente 40 e il generatore di corrente 41 comprendono rispettivi circuiti a specchio di corrente collegati fra loro in cascata; inoltre, il sensore di corrente 40 di ciascuno dei circuiti di boost 51, 52 è selettivamente collegabile in serie al rispettivo condensatore di boost 35. Il primo e il secondo circuito di boost 51, 52 hanno terminali di controllo 51a, 52a formati dagli ingressi dei rispettivi stadi di pilotaggio 34.

Il circuito di temporizzazione 53 comprende un bistabile 55, di tipo DT, e una prima e una seconda porta NAND 56, 57. Più in dettaglio, il bistabile 55 ha un ingresso di temporizzazione 55a collegato all'unità di controllo 4 per ricevere il segnale di temporizzazione B, un ingresso dati 55b e un'uscita 55c. L'uscita 55c del bistabile 55 è collegata all'ingresso dati 55b attraverso un invertitore 58; in questo modo, in pratica il bistabile 55 commuta a ogni fronte di salita

CERBARO Eleng  
iscrizione Albo nr 426/BM



segnale di boost B. La prima e la seconda porta NAND 56, 57 hanno primi ingressi collegati all'unità di controllo 4 per ricevere il segnale di boost B e secondi ingressi collegati all'uscita dell'invertitore 58 e, rispettivamente, all'uscita 55c del bistabile 55; di conseguenza, sui secondi ingressi della prima e della seconda porta NAND 56, 57 sono presenti un segnale di temporizzazione CK e, rispettivamente, un segnale di temporizzazione negato CKN aventi periodo doppio rispetto al segnale di boost B e in controfase fra loro (figure 5a-5c). Inoltre, uscite della prima e della seconda porta NAND 56, 57 sono collegate a terminali di controllo 51a, 52a del primo e, rispettivamente, del secondo circuito di boost 51, 52 e forniscono un primo e, rispettivamente un secondo segnale di pilotaggio D1, D2 (figure 5d e 5e). Preferibilmente, in serie alle uscite delle porte NAND 56, 57 sono inseriti rispettivi stadi elevatori di tensione 60, per assicurare che i segnali di pilotaggio D1, D2 abbiano livelli di tensione sufficienti a controllare gli stadi di pilotaggio 34 dei circuiti di boost 51, 52 (uguali almeno alla tensione survoltata  $V_A$ ). In questo modo, le porte NAND 56, 57 possono essere alimentate con una tensione di alimentazione standard, inferiore alla tensione survoltata  $V_A$ .

Come descritto in precedenza con riferimento alla figura 3, l'unità di controllo 4 sincronizza il segnale di boost B con l'interruttore 31. Quando il segnale di boost B è basso (interruttore 31 chiuso), le porte NAND 56, 57 sono bloccate e quindi i segnali di pilotaggio D1, D2 sono mantenuti al valore alto (figure 5a, 5d, 5e). In questa condizione, i condensatore di boost 35 di entrambi i circuiti di boost 51, 52 hanno il rispettivo primo terminale 35a collegato a massa e si ricaricano. Quando invece il segnale di boost B è alto, le porte NAND 56, 57 possono commutare; dato che i segnali di temporizzazione CK, CKN sono in controfase fra loro, ad ogni ciclo del segnale di boost B alternativamente una delle porte NAND 56, 57 commuta, mentre l'altra rimane bloccata. Ad ogni ciclo del segnale di boost B alternativamente uno dei segnali di pilotaggio D1, D2 commuta al valore basso, azionando il rispettivo dei circuiti di boost 51, 52, mentre l'altro rimane alto. Come spiegato con riferimento alla figura 3, i circuiti di boost 51, 52 cedono al terminale di uscita 50a e quindi al condensatore di parola 30 la carica accumulata sui rispettivi condensatori di boost 35, quando il rispettivo segnale di pilotaggio D1, D2 è basso, e si ricaricano in caso contrario. In pratica, dunque, i circuiti di boost 51, 52 sono comandati in controfase,

in quanto i segnali di pilotaggio D1, D2 presentano uno sfasamento relativo di un semiperiodo; inoltre, ciascuno dei circuiti di boost 51, 52 può continuare la fase di ricarica del proprio condensatore di boost 35 mentre l'altro fornisce la carica necessaria per compensare l'assorbimento di corrente da parte del condensatore di parola 30.

È quindi chiaro che la possibilità di azionare alternativamente il primo e il secondo circuito di boost 51, 52 permette di realizzare regolatori di tensione con elevatissima velocità di risposta, senza compromettere la stabilità della tensione regolata  $V_R$ . Inoltre, l'incremento di prestazioni è ottenibile a fronte di un modesto aumento dell'ingombro.

Risulta infine evidente che al regolatore di tensione descritto possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione.

In particolare, l'invenzione può essere vantaggiosamente utilizzata anche per applicazioni diverse dalla regolazione delle tensioni di lettura/scrittura di memorie non volatili e specialmente quando occorre fornire una tensione regolata con precisione a un carico che assorbe corrente in modo impulsivo.

CERBARO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM/

## R I V E N D I C A Z I O N I

1. Regolatore di tensione ad alta velocità di risposta, comprendente:

- un terminale di uscita (25a; 50a), su cui è presente una tensione regolata ( $V_R$ ); e

- almeno un primo circuito di boost (33; 51) controllabile per alternativamente accumulare una prima carica ( $Q_B$ ) in una prima condizione operativa e fornire detta prima carica ( $Q_B$ ) a detto terminale di uscita (25a; 50a) in una seconda condizione operativa;

caratterizzato dal fatto che detto primo circuito di boost (33; 51) comprende uno stadio di compensazione (36) fornente a detto terminale di uscita (25a; 50a) una seconda carica ( $Q_C$ ) sostanzialmente uguale a detta prima carica ( $Q_B$ ), quando detto primo circuito di boost (33; 51) è in detta prima condizione operativa.

2. Regolatore secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto stadio di compensazione (36) comprende un circuito generatore di corrente comandato (41) collegato a detto terminale di uscita (25a; 50a) per fornire detta seconda carica ( $Q_C$ ) in detta prima condizione operativa.

3. Regolatore secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto stadio di compensazione (36) comprende un circuito sensore di corrente (40) se-

CERBARO Elena  
Iscrizione Albo nr. 426/BM



lettivamente collegabile a detto terminale di uscita (25a; 50a) in detta prima condizione operativa.

4. Regolatore secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto circuito generatore di corrente comandato (41) è controllato da detto circuito sensore di corrente (40).

5. Regolatore secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto circuito sensore di corrente (40) è attraversabile da una prima corrente ( $I_c$ ) assorbita da detto primo circuito di boost (33; 51) in detta prima condizione operativa e dal fatto che detto circuito generatore di corrente comandato (41) è controllabile in modo da fornire a detto terminale di uscita (25a; 50a) una seconda corrente uguale ( $I''_c$ ) a detta prima corrente ( $I_c$ ).

6. Regolatore secondo la rivendicazione 4 o 5, caratterizzato dal fatto che detto circuito sensore di corrente (40) e detto circuito generatore di corrente comandato (41) comprendono un primo e, rispettivamente, un secondo circuito a specchio di corrente collegati fra loro in cascata.

7. Regolatore secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detto circuito sensore di corrente (40) e detto circuito generatore di corrente comandato (41) hanno rapporto di specchio (N:1, 1:N) re-

CERBARO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM

ciproco l'uno rispetto all'altro).

8. Regolatore secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto primo circuito di boost (33; 51) presenta un terminale di controllo (33a; 51a) ricevente un segnale di controllo (B; D1) avente un primo valore logico, in detta prima condizione operativa, e un secondo valore logico, in detta seconda condizione operativa.

9. Regolatore secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detto primo circuito di boost (33; 51) comprende un elemento capacitivo (35).

10. Regolatore secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto primo circuito di boost (33; 51) comprende una linea di alimentazione (16) fornente una tensione di alimentazione ( $V_A$ ) maggiore di detta tensione regolata ( $V_R$ ) e dal fatto che detto elemento capacitivo (35) ha un primo terminale (35a) selettivamente collegabile a una linea a potenziale di riferimento, in detta prima condizione operativa, e a detta linea di alimentazione (16), in detta seconda condizione operativa; e un secondo terminale collegato a detto terminale di uscita (25a; 50a).

10. Regolatore secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto circuito sensore di corrente (40) comprende un primo e un secondo transistore

di specchio (42, 43) aventi rispettivi terminali di porta in comune e rispettivi terminali di sorgente collegati a detta linea a potenziale di riferimento; detto primo transistore di specchio (42) avente terminale di pozzo collegato a detti terminali di porta e selettivamente collegabile a detto primo terminale (35a) di detto elemento capacitivo (35) in detta prima condizione operativa.

12. Regolatore secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detto circuito generatore di corrente comandato (41) comprende un terzo e un quarto transistore di specchio (44, 45) aventi rispettivamente terminali di porta in comune e rispettivi terminali di sorgente collegati a detta linea di alimentazione (16); detto terzo transistore di specchio (44) avendo terminale di pozzo collegato a detti terminali di porta e detto quarto transistore di specchio (45) avendo terminale di pozzo collegato a detto terminale di uscita (25a; 50a).

13. Regolatore secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato dal fatto che detto primo circuito di boost (33; 51) comprende uno stadio di pilotaggio (34) avente un primo e un secondo terminale di alimentazione collegati a detta linea di alimentazione (16) e, rispettivamente, al terminale di pozzo di detto primo

CERARO Elmo  
Iscrizione Albo nr 426/BM

transistore di specchio (42); un ingresso, formante detto terminale di controllo (33a; 51a); e un'uscita selettivamente collegabile a detto primo terminale di alimentazione, in detta seconda condizione operativa, e a detto secondo terminale di alimentazione, in detta prima condizione operativa.

14. Regolatore secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detto primo terminale (35a) di detto elemento capacitivo (35) è collegato a detta uscita di detto stadio di pilotaggio (34).

15. Regolatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere un secondo circuito di boost (52) collegato in parallelo a detto primo circuito di boost (51).

16. Regolatore secondo la rivendicazione 15 caratterizzato dal fatto che detti primo e secondo circuito di boost (51, 52) hanno uguale struttura e sono comandati in controfase.

17. Regolatore secondo la rivendicazione 15 o 16, caratterizzato dal fatto di comprendere un circuito di temporizzazione (53) associato a detti primo e secondo circuito di boost (51, 52) e fornente rispettivi segnali di pilotaggio (D1, D2) in controfase fra loro.

18. Dispositivo elettronico regolato comprendente un regolatore di tensione (25; 50), fornente una ten-

CERBARO ELENA  
iscrizione Albo nr 426/BM



sione regolate ( $V_R$ ) e un circuito di carico (21, 30) selettivamente collegabile a detto regolatore (25; 50), caratterizzato dal fatto che detto regolatore di tensione (25; 50) è realizzato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 15.

19. Dispositivo secondo la rivendicazione 18, caratterizzato dal fatto di comprendere un'unità di controllo (4) collegata a detto regolatore di tensione (25; 50) per comandare detto primo circuito di boost (33; 51) in detta prima condizione operativa quando detto circuito di carico (21, 30) è scollegato da detto regolatore di tensione (25; 50) e in detta seconda condizione operativa quando detto circuito di carico (21, 30) è collegato a detto regolatore di tensione (25; 50).

20. Dispositivo secondo la rivendicazione 18 o 19, caratterizzato dal fatto che detto circuito di carico (21, 30) è una matrice di memoria non volatile e dal fatto che detta tensione regolata ( $V_R$ ) è una tensione di lettura/scrittura.

21. Metodo per la regolazione di una tensione ( $V_R$ ) su un terminale (25a; 50a) selettivamente collegabile a un carico (21, 30), comprendente le fasi di:

- accumulare una prima carica ( $Q_B$ ), quando detto terminale (25a; 50a) è scollegato da detto carico (21,

CERBARO Emanuele  
Iscrizione Albo nr 426/EW/

30); e

- iniettare detta prima carica ( $Q_B$ ) in detto terminale (25a; 50a), quando detto terminale (25a; 50a) è collegato a detto carico (21, 30);

caratterizzato dal fatto che detta fase di accumulare comprende fornire a detto terminale (25a; 50a) una seconda carica ( $Q_C$ ) uguale a detta prima carica ( $Q_B$ ).

22. Metodo secondo la rivendicazione 21, caratterizzato dal fatto che detta fase di accumulare comprende assorbire una prima corrente ( $I_C$ ) da detto terminale (25a; 50a).

23. Metodo secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto di comprendere la fase di misurare detta prima corrente ( $I_C$ ).

24. Metodo secondo la rivendicazione 22 o 23, caratterizzato dal fatto che detta fase di fornire una seconda carica ( $Q_C$ ) comprende fornire una seconda corrente ( $I_C''$ ) uguale a detta prima corrente ( $I_C$ ).

25. Metodo secondo la rivendicazione 24, caratterizzato dal fatto che detta fase di fornire una seconda corrente ( $I_C''$ ) comprende specchiare detta prima corrente ( $I_C$ ).

26. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 21-25, caratterizzato dal fatto che detta fase di fornire detta seconda carica ( $Q_C$ ) comprende prelevare

CERIARO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM/

detta seconda carica ( $Q_c$ ) da una linea di alimentazione (16) posta a una tensione di alimentazione ( $V_A$ ) maggiore di detta tensione ( $V_R$ ) su detto terminale (25a; 50a).

27. Regolatore di tensione ad alta velocità di risposta, sostanzialmente come descritto con riferimento alle figure annesse.

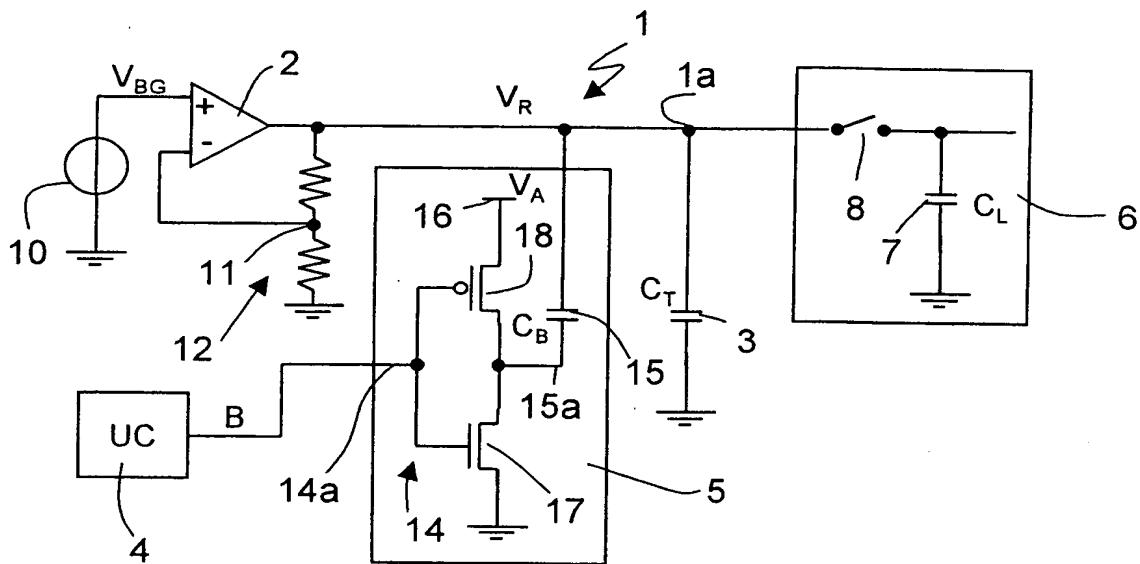
p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

CERRARO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM

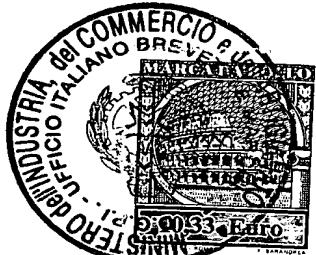
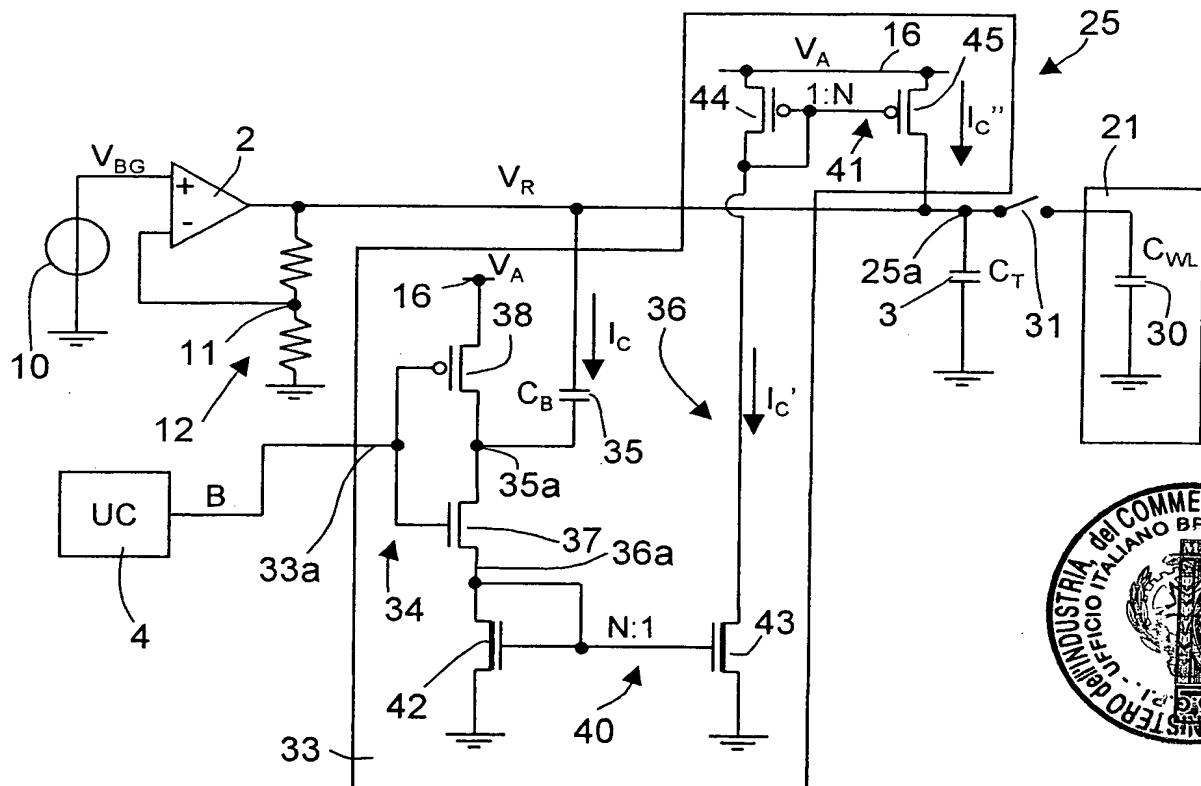


CERRARO Elena  
iscrizione Albo nr 426/BM

2002 A 000566



**Fig. 1**



p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

CERBARO Elisa  
fiscrizione Albo n. 426/BMT

**Fig. 3**



2002 A 000566

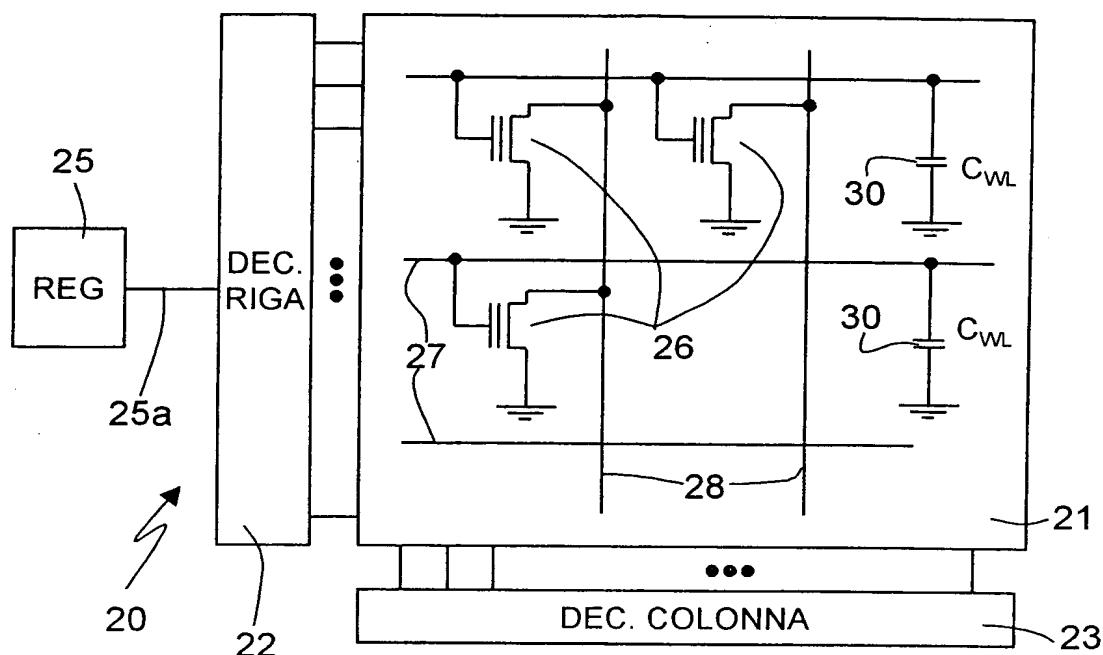
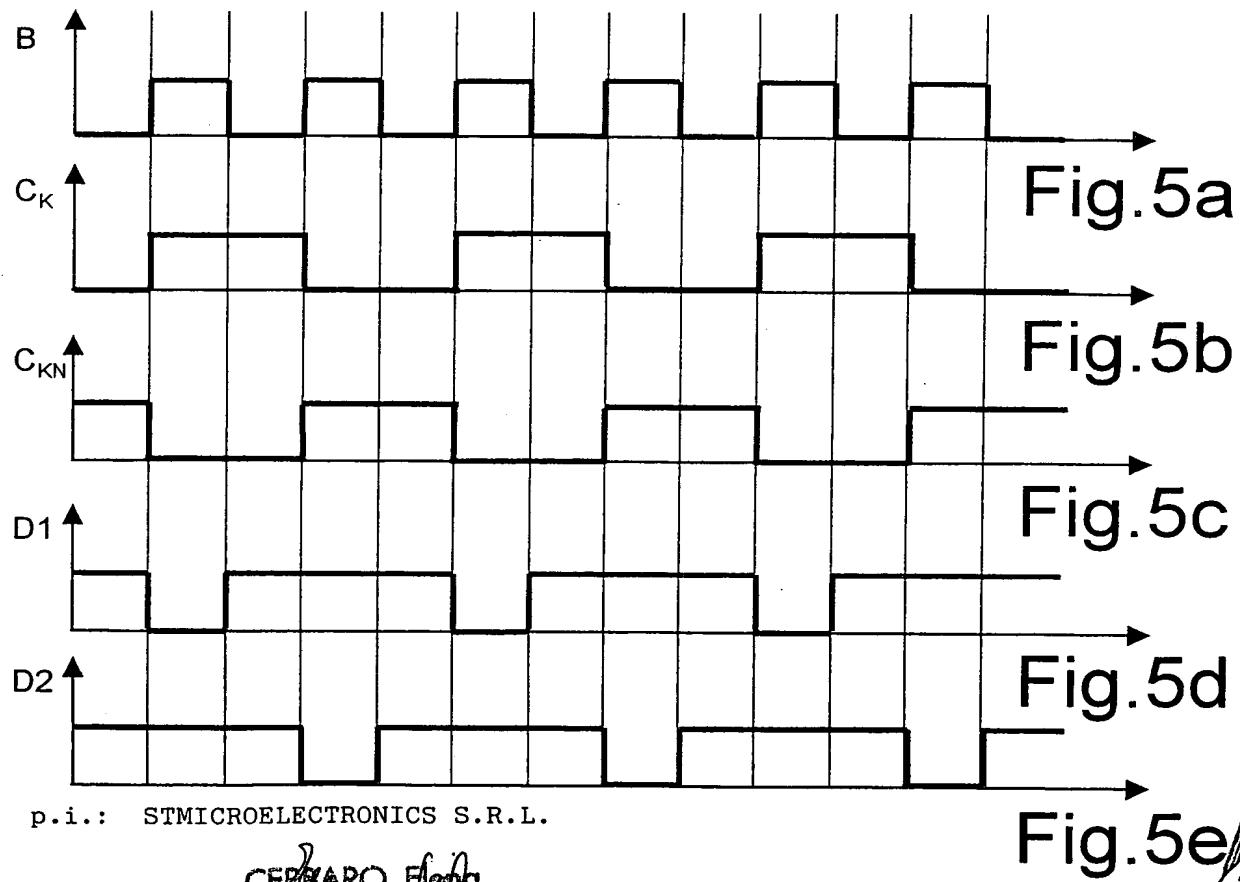


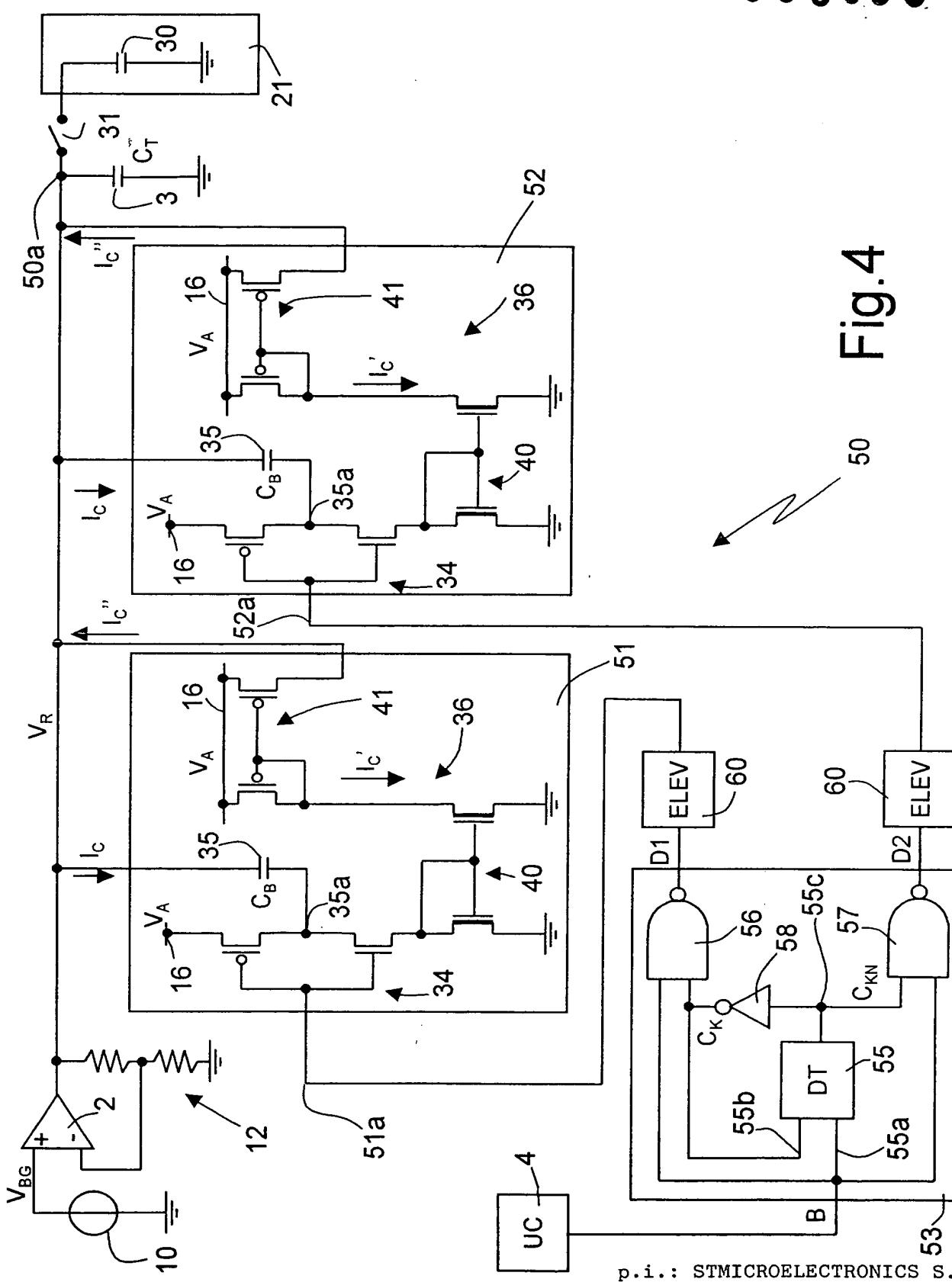
Fig.2



CERRARO Elena  
iscrizione Albo n. 426/BM

Fig.5e

⑩ 2002 A000566



p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

*Elio E. Cerrato*  
CERRATO Elio  
Iscrizione Albo nr 426/BM

ICS S.R.L.  
  
C.C.I.A.A.  
torino